

Если под f_i понимать координату состояния i -го элемента транспортной сети, то локальное правило позволяет установить очередность управляющих воздействий на элементы сети.

Таким образом, оптимизация транспортной сети города должна обеспечивать гармонизацию отношений между компонентами системы «транспортная сеть - биосфера города».

В качестве комплексного показателя эффективности оптимизации может быть принято время совместного существования компонентов системы.

Для максимизации времени существования системы необходимо направлять управляющие воздействия на тот элемент сети, который испытывает минимальное тормозящее влияние со стороны эксплуатационной службы города.

1.Попков Ю.С., Посохин М.В., Гутнов А.Э., Шмульян Б.Л. Системный анализ и проблемы развития городов. – М.: Наука, 1983. – 512 с.

2.Хомяк Я.В. Проектирование сетей автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1983. – 208 с.

3.Иносе Х., Хамада Т. Управление дорожным движением. – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.

4.Линник И.Э. Эколого-экономические критерии проектирования сети автомобильных дорог // Экологическое значение автомобильных дорог: Сб. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – С.3-11.

5.Гаврилов Э.В., Гридчин А.М., Ряпухин В.Н. Системное проектирование автомобильных дорог. – Москва – Белгород: Изд-во «АСВ», 1998. – 138 с.

Получено 25.04.2005

УДК 621.316.925

В.М.БУРЯК, Н.А.ДЕЙНЕКО, кандидаты техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

А.О.ДЕЙНЕКО

Харківський національний університет радіоелектроніки

ВИЗНАЧЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЇВ КЕРУВАННЯ І ЗАХИСТУ НА ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЯХ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Розглядаються пристрої керування і захисту на тягових підстанціях електричного транспорту як об'єкти контролю при відповідному урахуванні всіх факторів, що впливають на результати контролю.

Пристрої керування і захисту на тягових підстанціях електричного транспорту в процесі експлуатації знаходяться в умовах безупинного впливу безлічі зовнішніх і внутрішніх факторів, вплив яких на пристрої носить випадковий характер як за моментом виникнення, так і за

їх тривалістю й інтенсивністю. Відповідно з цим і стан окремих елементів захисту змінюється випадковим образом, утворюючи в часі деякий випадковий процес.

Відомо [1-4], що функціонування будь-якого пристрою характеризується деякою якістю, тобто поняттям, що містить опис властивостей, що визначають успішність виконання заданих пристрою функцій. Для кількісної оцінки якості вводяться показники якості $E = \{E_1, \dots, E_k\}$ – числа, що характеризують у прийнятій системі одиниць властивості пристрою. У самому загальному випадку показником якості може бути помилка пристрою, під якою розуміється відхилення його вихідного сигналу від такого ж сигналу при „ідеальній” системі.

Залежно від виду показника якості і його взаємозв'язків з контрольованими величинами застосовують три основні схеми контролю:

- стан системи описується сукупністю контрольованих параметрів ξ_i , зв'язаних між собою через показник якості, що визначає ефективність функціонування пристрою, тобто

$$E = f(\xi_1, \dots, \xi_i). \quad (1)$$

У цьому випадку проводять вимір цієї сукупності параметрів і по їх значеннях знаходять значення E , що і порівнюють з допуском;

- стан системи визначається показником якості E , але його залежність від сукупності параметрів невідома. Оцінка показника якості формується на основі спостереження вихідних сигналів у реальній контрольованій та ідеальній системах;

- стан системи описується сукупністю параметрів, взаємозв'язок яких не дозволяє одержати вираз, аналогічний (1). У цьому випадку виміряна величина кожного параметра порівнюється з допуском і для ухвалення рішення за результатом контролю застосовується логічна схема «І».

Оскільки від якості функціонування пристроїв захисту залежить ефективність функціонування системи електропостачання в цілому, необхідно розглянути можливість застосування даних схем для контролю пристроїв керування і захисту тягових підстанцій. Як показник якості приймемо імовірність невиходу відхилення вхідного параметра, що визначає спрацювання вимірювального органа пристрою від необхідного значення в заданому інтервалі, тобто

$$E = P\left\{\left|x_{cnp} - x_{cnp}^*\right| \leq \varepsilon\right\},$$

де x_{cnp} – значення вхідного параметра, при якому відбулося спрацю-

вування вимірювального елемента; x_{cnp}^* – задане значення параметра спрацьовування; ε – найбільше допустиме відхилення величини параметра спрацьовування.

Застосування першої схеми контролю для вимірювальних елементів пристроїв за даним показником якості утруднено через необхідність їхнього розгляду в більш високій ієрархічній системі як елемента пристрою керування і захисту всієї системи. Це є дуже складною задачею, що вимагає урахування різних цільових факторів, наприклад, таких як кількісна оцінка впливу надійності функціонування пристроїв захисту на безперебійність електропостачання, якість електричної енергії і т.п. Крім того, мається ще ряд причин, що виключають застосування першої схеми контролю для пристроїв захисту, а саме:

- повний аналіз умов функціонування вимірювальних елементів вимагає в загальному випадку знання великого і важкодоступного статистичного матеріалу, а також застосування досить складного апарата випадкових функцій. Накопичений досвід експлуатації і практика розрахунку вимірювальних елементів не дозволяють поки спростити одержання вірогідних характеристик їхнього функціонування, оскільки контрольовані параметри ξ зв'язані з взаємовпливаючими величинами дуже складними залежностями, визначення яких є самостійною задачею;

- неоднорідність функцій, що задаються вимірювальним елементом, що полягає у вимогах до спрацьовування при ненормальних режимах у зоні дії пристроїв керування і захисту й у вимогах до неспрацьовування при нормальних і ненормальних режимах поза зоною дії;

- багатофункціональність, що складається в призначенні захисту реагувати на різні ненормальні режими, що відрізняються числом і сполученням фаз, що замкнулися, величиною і фазою струмів і напруг, перехідними опорами і т.п.;

- різна природа сигналів на вході та виході вимірювальних елементів;

- наявність великого числа рівнів працездатності, при яких вимірювальні елементи реагують на визначені види ненормальних режимів;

- необхідність урахування великого числа факторів різної фізичної природи для вимірювальних елементів, виконаних у вигляді електромеханічних реле;

- відсутність автоматизованих засобів контролю і непристосованість вимірювальних елементів до контролю, що є причиною відсут-

ності достовірних даних про якість функціонування вимірювальних елементів;

- залежність надійності функціонування пристроїв захисту від дій обслуговуючого персоналу.

Зазначені особливості пристроїв керування і захисту на тягових підстанціях електричного транспорту виключають проведення контролю за показником якості за першою схемою контролю.

Оцінка показника якості по вихідних сигналах ідеального і реального пристроїв за другою схемою контролю практично неможлива через відсутність досить надійної математичної моделі вимірювальних елементів і надійних статистичних даних для її побудови. Необхідно вказати на актуальність досліджень, зв'язаних з побудовою процесу контролю за даною схемою, тому що вона дозволяє різко скоротити необхідне число вимірювачів, нормалізаторів та інших пристроїв апаратури контролю, хоча й вимагає ускладнення алгоритмів обробки інформації.

Проведений аналіз показав, що в даний час при відповідному врахуванні всіх факторів, що впливають на результати контролю, найбільш перспективною слід вважати третю схему контролю. Оцінка технічного стану за третьою схемою заснована на вимірі окремих параметрів і порівнянні їх з допусками. При допусковому контролі потрібно, щоб обраний контрольований параметр не виходив за межі встановленого допуску $\pm \Delta$.

При нормальному законі розподілу імовірність того, що цей параметр лежить у допустимих границях визначається рівнянням [5-7]

$$P_{\Delta} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\bar{y}-\Delta}^{\bar{y}+\Delta} e^{-\frac{(y-\bar{y})^2}{2\sigma^2}} dy. \quad (2)$$

Ця імовірність характеризує надійність роботи пристрою відповідно до попередньо заданої точності.

Прийнявши в рівнянні (2) $\frac{y-\bar{y}}{\sigma} = C$, його можна представити у вигляді

$$P_{\Delta} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\bar{C}_1} e^{-\frac{C_1^2}{2}} dy - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\bar{C}_2} e^{-\frac{C_2^2}{2}} dy = \Phi(C_1) - \Phi(C_2) = 2\Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right).$$

Така схема є випадковим контролем за показником якості функціонування. Однак треба мати на увазі, що ефективність контролю за

такою схемою залежить від відмінностей області працездатності, обмеженої допусками на параметр і області, визначеної допуском на показник якості [8].

При контролі пристроїв з дискретною характеристикою критичним значенням параметра можна вважати параметр, при якому вихідна функція змінюється стрибком. Наприклад, при збільшенні вхідного параметра x вище $x = x_{кр} = x_{сnp}$ відбувається спрацьовування релейних елементів. При x нижче $x = x_{кр} = x_{нов}$ відбувається повернення цього елемента у вихідний стан.

Параметри спрацьовування і повернення мають деяке розсіювання, тому їхні значення будуть лежати біля деяких середніх значень $\bar{x}_{сnp}$ і $\bar{x}_{нов}$. Проведені експерименти показали, що розподіл цих параметрів для вимірювальних токових реле типу РТ-40, РТ-80, а також розподіл параметрів спрацьовування проміжних і сигнальних реле підлегло нормальному закону. У цьому випадку, прийнявши

$$C_{сnp} = \frac{x - \bar{x}_{сnp}}{\sigma_{сnp}}, \text{ імовірність спрацьовування реле при перевищенні}$$

вхідною величиною заданої уставки спрацьовування можна визначити за формулою

$$P_{сnp} = \frac{1}{\sigma_{сnp}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\bar{x}_{сnp})^2}{2\sigma_{сnp}^2}} dx = \frac{1}{\sigma_{сnp}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^0 e^{-\frac{(x-\bar{x}_{сnp})^2}{2\sigma_{сnp}^2}} dx + \\ + \frac{1}{\sigma_{сnp}\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{(x-\bar{x}_{сnp})^2}{2\sigma_{сnp}^2}} dx = [0,5 + \Phi(C_{сnp})],$$

де $\bar{x}_{сnp}$ – середнє значення параметра спрацьовування (струм спрацьовування реле); $\sigma_{сnp}$ – середнє квадратичне відхилення параметра спрацьовування; x – робоче значення вхідного параметра.

$$\text{Прийнявши } C_{нов} = -\frac{x - \bar{x}_{нов}}{\sigma_{нов}}, \text{ імовірність повернення у вихідний}$$

стан при зменшенні вхідного впливу до значення $x < x_{нов}$ за форму-

$$\text{лою } P_{нов} = 1 - \frac{1}{\sigma_{нов}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_0} e^{-\frac{(x-\bar{x}_{нов})^2}{2\sigma_{нов}^2}} dx = [0,5 + \Phi(C_{нов})],$$

де $\bar{x}_{нов}$ – середні значення параметра повернення; σ_y – середнє квадратичне відхилення параметра повернення; x_0 – залишкове значення вхідного впливу.

Розглянуті положення покладені в основу розроблених методик і технічних засобів контролю параметрів пристроїв керування і захисту на тягових підстанціях електричного транспорту.

1.Карибский В.В., Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Техническая диагностика объектов контроля. – М.: Мир, 1972. – 83 с.

2.Киншт Н.В., Герасимова Г.Н., Кац М.А. Диагностика электрических цепей. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 192 с.

3.Лумельский Я. П. Статистические оценки результатов контроля качества. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 200 с.

4.Минаев В.П. Методологические аспекты контроля качества // Измерительная техника. – 1985. – № 35. – С.63-65.

5.Буряк В.Н. Эксплуатация электрических аппаратов. – Харьков: ХВВИУ, 1972. – 90 с.

6.Сотсков Б.С. Основы теории и расчета надежности элементов устройств автоматики и вычислительной техники. – М.: Высшая школа, 1970. – 270 с.

7.Справочник по вероятностным расчетам. – М.: Воениздат, 1970. – 536 с.

8.Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. – М.: Советское радио, 1975. – 472 с.

Отримано 13.05.2005

УДК 625.078

Е.В.НАГОРНЫЙ, д-р техн. наук, В.Г.СОСЛОВСКИЙ, канд. экон. наук,
К.А.ТОКАРЕВ

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОБЕДИТЕЛЕЙ КОНКУРСА НА ОБСЛУЖИВАНИЕ ГОРОДСКИХ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ

Осуществлена постановка задачи выбора победителей конкурса на обслуживание городских автобусных маршрутов в условиях конкуренции, выбран метод ее решения и описан усовершенствованный механизм проведения конкурса.

В условиях конкуренции на рынке транспортных услуг с целью выбора наилучших предложений перевозчиков пассажиров проводят конкурсы на обслуживание городских автобусных маршрутов.

Описание общих принципов проведения конкурсов в городах Украины дано в Положении о конкурсах [1]. На практике для выбора победителя используется примитивный механизм принятия решения: "кто за", "кто против". Как следствие – недовольство перевозчиков результатами конкурсов, частые случаи оспаривания решений конкурсного комитета и невысокий уровень обслуживания пассажиров [2]. Следовательно, необходим механизм объективной оценки предла-